

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

2 299 408

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 76 02194

(54) Procédé de production de tôles d'acier pour l'émaillage et nouveaux produits ainsi obtenus.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). C 21 D 7/00; C 21 C 7/10; C 22 C 38/00//
C 23 D 5/00.

(22) Date de dépôt 27 janvier 1976, à 16 h 4 mn.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Demande de brevet déposée au Japon le 28 janvier 1975, n. 10.992/1975
au nom de la demanderesse.

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. - «Listes» n. 35 du 27-8-1976.

(71) Déposant : Société dite : NIPPON STEEL CORPORATION, résidant au Japon.

(72) Invention de : Hiroshi Takechi, Kazuo Namba, Kouichi Kawasaki et Noriyuki Iida.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Chereau et Cabinet Rodes réunis, Conseils en brevets d'invention,
107, boulevard Péreire, 75017 Paris.

La présente invention se rapporte à un procédé de production économique de tôles d'acier pour l'émaillage (acier à émailler) ayant une excellente aptitude au travail, particulièrement une aptitude au formage et une excellente résistance aux écailles de poisson.

5

La demanderesse a déjà trouvé que, lorsque du titane et des éléments des terres rares (ci-après désignés sous le nom de REM) sont ajoutés à l'acier pour la production d'une tôle d'acier pour l'émaillage, la résistance aux écailles de poisson est remarquablement améliorée, et elle a déposé une demande de brevet au Japon (demande de brevet japonais n° sho 48-27169, déposée le 9 mars 10 1973 sous le titre : A process for producing an enamelling steel sheet ; au nom de la société dite : Nippon Steel Corporation).

15

Ensuite, la demanderesse a conduit des études et des expériences importantes pour rechercher un procédé pour améliorer encore l'aptitude au formage et la résistance aux écailles de poisson, et elle a trouvé qu'une aptitude au travail et une résistance aux écailles de poisson égales ou même meilleures que celles obtenues par l'addition combinée du titane et des REM, tel que décrit dans la demande de brevet mentionnée ci-dessus, pouvaient être obtenues à un prix moindre, en ajoutant du titane et du soufre en combinaison, dans des conditions spécifiques, et l'acier est soumis à un recuit continu conduit sous forme de recuit de recristallisation.

20

25 Ainsi, la présente invention est caractérisée en ce qu'un acier fondu préparé dans un four de fabrication d'acier est soutiré en ayant une teneur en manganèse dans la gamme de 0,05 % à 0,40 % soumis à un traitement de dégazage sous vide pour abaisser la teneur en carbone à une valeur non supérieure à 0,015 % et, durant le procédé de préparation de lingots d'acier ou de brames d'acier à partir de l'acier fondu, du titane et du soufre sont ajoutés à l'acier fondu afin d'assurer 0,01 à 0,3 % de Ti, 0,020 à 0,040 % de S dans la tôle d'acier laminée à froid à obtenir, et pour satisfaire à la condition suivante $0,05 > Y > -0,05$

30

$$Y = C - \frac{1}{4} \left\{ Ti - \frac{48}{32} \cdot S - \frac{96}{48} \cdot O - \frac{48}{14} \cdot N \right\}$$

et ensuite le lingot ou la brame d'acier est soumis au laminage à chaud, au laminage à froid et puis au recuit en continu.

35

38 Une des caractéristiques de la présente invention repose

sur le fait que du titane et du soufre sont ajoutés à l'acier afin d'assurer 0,020 à 0,040 % de S, et 0,01 à 0,30 % de Ti dans la tôle d'acier, et, de ce fait, TiS de dimension appropriée, formé dans la tôle d'acier laminée à chaud, produit des vides durant le laminage à froid parce qu'il a une aptitude différente à la transformation par rapport à celle de la matrice, et les vides ainsi produits sont maintenus par un recuit en continu pendant un bref instant, si bien qu'ils fournissent des sources d'absorption d'hydrogène après la cuisson de l'émaillerie, ce qui améliore remarquablement la résistance aux écailles de poisson de la tôle d'acier.

La présente invention sera décrite avec plus de détail en se référant aux dessins ci-joints dans lesquels :

La figure 1 représente la relation entre le temps de pénétration ou de traversée de l'hydrogène et la quantité de soufre qui est ajoutée en combinaison avec le titane; l'acier a la composition suivante : C : 0,002 - 0,010 %, Mn 0,05-0,25 %, Ti 0,03-0,10 %, O, 0,0020-0,0150 %, N, 0,0010-0,100 % avec traitement à 800-850°C pendant 3-5 minutes et recuit en continu (épaisseur de plaque : 1,0 mm); et

La figure 2 représente la relation entre la valeur de Y et la valeur de \bar{r} qui indique l'aptitude à l'emboutissage profond de la tôle d'acier.

En se référant à la figure 1, la mesure du temps de pénétration de l'hydrogène fournit un procédé pour estimer la résistance à la formation d'écailles de poisson dans la tôle d'acier, et la mesure est réalisée en mesurant le temps s'écoulant entre la production d'hydrogène sur une face de la tôle d'acier, par électrolyse, et la diffusion de l'hydrogène jusqu'à l'autre face de la tôle d'acier. Un temps plus long indique une plus grande capacité d'absorption t , de ce fait, une meilleure résistance à la formation d'écailles de poisson.

La demanderesse a trouvé, d'après les expériences, que le temps de pénétration de l'hydrogène ne doit pas être inférieur à 10 minutes dans le cas d'une épaisseur de plaque de 1 mm, afin d'empêcher la présence d'écailles de poisson, dans des conditions sévères comme dans l'émaillage.

Quand la dimension de TiS qui est formé dans les tôles d'acier laminées à chaud est excessivement faible, TiS se déplace

avec la matrice durant le laminage à froid et n'est pas efficace pour former les vides. Ainsi, la dimension de TiS ne doit pas être inférieure à $0,1 \mu$ et, de préférence, ne doit pas être inférieure à $0,5 \mu$. D'autre part, quand la dimension est trop importante, 5 l'aptitude au formage de la tôle d'acier s'abaisse. Ainsi, la dimension ne doit pas être supérieure à 20μ , et de préférence elle ne doit pas être supérieure à 10μ .

L'objet principal de la présente invention est de prévoir une tôle d'acier pour l'émaillage, laminée à froid, ayant une excellente aptitude au formage à la presse et une excellente aptitude à d'autres formages à froid, ainsi qu'une excellente propriété d'émaillage.

Pour atteindre l'objet indiqué ci-dessus dans la présente invention, il est nécessaire d'ajouter Ti et du soufre à l'acier 15 en quantité telle que l'on maintienne la valeur de Y dans la gamme de 0,05 à -0,05, valeur qui est déterminée par C, Ti, S, O et N dans la tôle d'acier laminée à froid selon la formule suivante :

$$Y = C - \frac{1}{4} \left\{ Ti - \frac{48}{32} \cdot S - \frac{96}{48} \cdot O - \frac{48}{14} \cdot N \right\} \quad (\text{en poids})$$

En se référant à la figure 2, qui représente la relation entre la valeur de Y et la valeur de \bar{r} qui indique l'aptitude à l'emboutissage profond de la tôle d'acier, on comprend que l'aptitude à l'emboutissage profond s'abaisse remarquablement par suite de la présence du carbone en solution solide quand la valeur de Y est supérieure à 0,05. En outre, il y a davantage de tendance que se produisent des ébullitions par suite de gaz carbonés après la cuisson de l'émail avec une seule application de vernis. D'autre part, quand la valeur de Y est inférieure à -0,05, la ductilité de la tôle d'acier s'abaisse par suite d'une quantité augmentée de titane en solution solide.

30 Comme on l'a décrit ci-dessus, la présente invention a un avantage remarquable selon lequel une tôle d'acier pour l'émaillage, ayant une excellente résistance aux écailles de poisson et une excellente aptitude au formage, peut être produite économiquement en utilisant du soufre à faible coût.

35 On donnera ci-dessous des descriptions détaillées sur les caractéristiques essentielles de la présente invention.

38 Pour la production de l'acier selon la présente invention, la composition de l'acier fondu est contrôlée et l'acier fondu est

soutiré en ayant une teneur en manganèse non supérieure à 0,40 %. Une teneur en manganèse plus faible assure moins de tension due à la cuisson de l'émail et une aptitude améliorée à l'emboutissage profond. Ainsi, la limite supérieure de la teneur en manganèse est réglée à 5 0,40 %. D'autre part, quand la teneur en manganèse est inférieure à 0,05 %, il y a un danger que se produise un aspect cassant à chaud. Ainsi, la limite inférieure de la teneur en manganèse est réglée à 0,05 %.

Ensuite, la teneur en carbone de l'acier fondu doit être 10 abaissée jusqu'à 0,015 % ou une valeur plus faible, de préférence une valeur non supérieure à 0,010 %, par des traitements tels que le dégazage sous vide. Avec des teneurs en carbone supérieures à 0,015 %, une grande quantité de TiC est formée dans la tôle d'acier par l'addition de titane, si bien que la tôle d'acier durcit excessivement 15 et qu'on ne peut pas obtenir une bonne aptitude au formage à la presse. Cependant, dans ce cas, on note qu'une résistance aux écailles de poisson légèrement meilleure est obtenue par rapport à celle que l'on obtient quand le traitement de décarburation est réalisé, bien que l'aptitude au travail soit remarquablement détériorée. Ce fait 20 peut être attribué à la supposition selon laquelle la dimension de TiC formé dans la tôle d'acier devient si importante que l'on donne à TiC l'aptitude à former des vides durant le laminage à froid. Également, quand la teneur en carbone de l'acier fondu est abaissée jusqu'à 0,015 % ou moins par le traitement de dégazage sous vide, la 25 dimension de TiC formé dans la tôle d'acier devient très fine (de l'ordre de plusieurs centaines d'angströms), si bien que l'aptitude à la formation de vides s'abaisse remarquablement et qu'il y a une tendance à ce que la formation d'écailles de poisson se produise très facilement après la cuisson de l'émail. Ainsi, l'acier fondu tel que 30 décarburé n'est pas convenable pour une tôle d'acier pour l'émaillage.

Après que l'acier fondu a été soumis au dégazage sous vide, pour abaisser la teneur en carbone, il est souhaitable que la tôle d'acier soit soumise à une désoxydation préliminaire avec Al, 35 etc... afin d'améliorer le rendement du titane ajouté, et d'abaisser la teneur en oxygène dans l'acier fondu à une valeur de 0,015 % ou moins.

38 Ensuite, du titane et du soufre sont ajoutés à l'acier fon-

du dans la poche de coulée, ou à l'acier fondu durant la fabrication de lingots ou lors de la coulé continue, en quantité telle que l'on assure 0,01 à 0,30 % de Ti, de préférence 0,03 à 0,10 % de Ti et 0,020 à 0,040 % de S, de préférence 0,025 à 0,035 % de S, dans la 5 tôle d'acier laminée à froid à obtenir et que l'on assure une valeur de Y dans la gamme de 0,05 à -0,05, valeur qui est déterminée par les teneurs en C, en Ti, en S, en O et en N dans la tôle d'acier laminée à froid.

La raison de la limitation de la teneur en titane à la 10 gamme de 0,01 à 0,30 % de préférence 0,03 à 0,10 %, est que, lorsque la teneur en titane est supérieure à 0,30 %, le titane ne peut pas être ajouté de manière régulière, la quantité à ajouter augmente particulièrement quand le titane est ajouté à la partie centrale (ou partie de noyau) du lingot ou de la brame d'acier et, d'autre part, 15 quand la teneur en titane est inférieure à 0,01 %, on ne peut pas s'attendre à une amélioration de la résistance aux écailles de poisson.

La raison de la limitation indiquée ci-dessus pour la teneur en soufre dans la présente invention est que, lorsque la teneur 20 en soufre est inférieure à 0,020 %, on ne peut pas s'attendre à une amélioration remarquable de la résistance aux écailles de poisson, t, d'autre part, quand la teneur en soufre est supérieure à 0,040 %, il y a beaucoup de risques de provoquer un aspect cassant à chaud.

La raison pour définir la valeur de Y dans la présente 25 invention est que, lorsque la valeur de Y est supérieure à 0,05, l'aptitude à l'emboutissage profond s'abaisse comme mentionné ci-dessus et, à ce point de vue, il est souhaitable que la valeur de Y ne soit pas supérieure à 0; quand la valeur de Y est supérieure à 0,05, des défauts en surface, tels que des ampoules et des mousses dues aux gaz 30 carbonés, se produiront plus vraisemblablement dans la cuisson de l'émail avec une application unique de vernis. D'autre part, quand la valeur de Y est inférieure à -0,05, l'acier durcit par suite d'une augmentation du titane en solution solide, en abaissant ainsi la ductilité.

Selon la présente invention, du titane et du soufre peuvent 35 être ajoutés à toute la partie du lingot ou de la brame, ou peuvent être ajoutés à la partie centrale (partie de noyau). On note 38 que, lorsque le titane est ajouté à la partie centrale du lingot ou

de la brame, il est possible d'empêcher des défauts dus aux éclats provoqués par les composés de titane, si bien qu'une belle surface de tôle d'acier peut être obtenue. Également, quand le soufre est ajouté à la partie centrale, des craquelures en surface dues à l'aspect cassant à chaillardant le laminage à chaud se produisent à peine. Quand le soufre est ajouté à toute la partie du lingot ou de la brame d'acier, il est possible de raccourcir le temps exigé par le décapage par acide de la tôle d'acier, qui est réalisé comme pré-traitement pour l'application du vernis d'émail, si bien qu'une bonne adhérence de l'émail peut être obtenue par un temps plus bref de décapage par acide.

La brame d'acier utilisée dans la présente invention est soumise au laminage à chaud, au décapage par acide, au laminage à froid, au nettoyage électrique si c'est nécessaire, au recuit en continu, et, si cela est nécessaire, au laminage avec revenu. Le laminage à chaud peut être réalisé dans des conditions classiques et les résultats souhaités de la présente invention peuvent être obtenus même lorsque l'enroulement à chaud est réalisé à 800°C ou moins (de préférence à une température non supérieure à 730°C). Si la température d'enroulement à chaud est supérieure à 800°C, il devient difficile de contrôler la température de la tôle d'acier.

En ce qui concerne la réduction par laminage à froid, on souhaite avoir une réduction de 30 % ou plus, afin d'obtenir le volume nécessaire de vides pour améliorer la résistance aux écailles de poisson, mais, avec des réductions de plus de 90 %, la déformation sera excessive, si bien que les vides sont comprimés à nouveau et que l'effet d'amélioration de la résistance aux écailles de poisson s'abaisse.

En ce qui concerne le recuit de recristallisation, un recuit pendant un bref instant est réalisé par recuit en continu, afin de maintenir les vides qui ont été formés par le laminage à froid. La température de recuit ne doit pas être inférieure à 650°C mais elle ne doit pas être supérieure à 950°C; de préférence, elle doit être dans l'intervalle de 700 à 930°C. Quand la température de recuit est inférieure à la limite inférieure, le ramollissement de l'acier par recristallisation n'est pas suffisant, si bien que l'aptitude au travail désirée ne peut pas être obtenue. D'autre part, quand la température de recuit est supérieure à la limite supérieure, la transfor-

mation en austénite est excessive, si bien que l'aptitude désirée à l'emboutissage profond ne peut pas être obtenue et, du point de vue de l'économie du four, ces températures élevées de recuit ne sont pas souhaitables.

5 Il a été révélé que la résistance aux écailles de poisson de la tôle d'acier pour l'émaillage, produite par la présente invention, est excellente et que l'amélioration de la résistance aux écailles de poisson obtenue par la présente invention est supérieure au total des améliorations obtenues quand chacun des éléments titane 10 et soufre est ajouté séparément à l'acier; également, on peut obtenir une excellente aptitude au travail en même temps, grâce à la présente invention.

La présente invention sera plus clairement comprise d'après les exemples suivants.

15

EXEMPLE 1

Un acier fondu a été préparé par un convertisseur et FeS a été ajouté à l'acier fondu dans une poche de coulée. L'acier fondu a été soumis à un dégazage sous vide (dit DH) pour abaisser la teneur en carbone à une gamme de 0,006 à 0,008 %, et Al a été ajouté à 20 l'acier fondu dégazé afin d'abaisser la teneur en oxygène restant. L'acier fondu ainsi traité a été alors déversé dans un moule et laissé pendant 40 secondes pour permettre la formation d'une couche de solidification initiale à la surface de l'acier fondu dans le moule, et du ferrotitanium a été ajouté à la partie centrale (partie de noyau) 25 pour obtenir un lingot d'acier. Le lingot d'acier a été soumis à une rupture et à un laminage à chaud pour obtenir une plaque d'acier de 3,5 mm qui a été enroulée à des températures comprises entre 560 et 700°C, soumise à un décapage par des acides et laminée à froid jusqu'à une épaisseur de 1,0 mm. La tôle d'acier laminée à froid 30 ainsi obtenue a été soumise à un recuit en continu dans des conditions présentées dans le tableau I et soumise à un laminage de revenu à 1 %. La composition de la tôle d'acier est présentée dans le tableau II. Pour l'estimation de la résistance aux écailles de poisson de la tôle, des mesures du temps de pénétration ou de traversée d'hydrogène à 25°C ont été réalisées et les résultats sont 35 présentés dans le tableau III, les résultats de tests mécaniques étant indiqués dans le tableau IV. Il est clair, d'après les résultats, que la tôle d'acier selon la présente invention a une excellen-

te résistance aux écailles de poisson et une excellente aptitude au formage. Il a été révélé, par des observations au microscope électronique et analogues, que la dimension de TiS dans la tôle d'acier de la présente invention est principalement comprise entre 0,3 μ et 5 μ .

EXEMPLE 2

Un acier fondu a été préparé par un convertisseur et la tôle d'acier a été soumise à un traitement de dégazage dit DH pour abaisser la teneur en carbone jusqu'à une gamme de 0,005 à 0,007 %, et puis Al a été ajouté pour abaisser la teneur en oxygène restant. L'acier fondu ainsi traité a été déversé dans un moule et laissé pendant 1 minute pour permettre la formation d'une couche initiale de solidification à la surface de la tôle d'acier dans le moule. Ensuite FeS et du ferrotitanate ont été ajoutés à la partie centrale (partie de noyau) pour obtenir un lingot d'acier. Le lingot d'acier ainsi obtenu a été soumis à une rupture et au laminage à chaud pour obtenir une plaque d'acier de 3,2 mm, qui a été enroulée à une température comprise entre 555 et 670°C, soumise à un décapage par acide et laminée à froid jusqu'à une épaisseur de 0,8 mm. La tôle d'acier laminée à froid ainsi obtenue a été soumise à un recuit en continu dans des conditions représentées dans le tableau V et puis soumise à un laminage de revenu à 0,5 %. La composition chimique de la tôle d'acier est présentée dans le tableau VI. Des mesures du temps de pénétration d'hydrogène ont été réalisées de la même manière que dans l'exemple 1 et les résultats sont présentés dans le tableau VII, les propriétés mécaniques étant indiquées dans le tableau VIII.

On comprend clairement d'après les résultats indiqués ci-dessus que la tôle d'acier de la présente invention a une excellente aptitude à l'emboutissage profond, une excellente ductilité et une excellente résistance aux écailles de poisson. Il a été révélé par des observations au microscope électronique, etc... que la dimension de TiS dans la tôle d'acier de la présente invention est principalement comprise entre 0,7 μ et 9 μ .

Comme on le comprend d'après les exemples précédents, la présente invention a un avantage industriel remarquable tel qu'une tôle d'acier pour l'émaillage, ayant une excellente aptitude au travail et d'excellentes propriétés d'émaillage, peut être produite à un faible prix de revient à l'échelle industrielle.

TABLEAU I

	Température d'enroule- ment (°C)	Epaisseur laminée à froid	Conditions de recuit	Réduction par laminage pen- dant le re- venu
5	Présente in- vention Acier A	560	1,0 mm	850°C x 3 mn
	Présente in- vention Acier B	700	"	"
10	Présente in- vention Acier C	580	"	"
	Acier compa- ratif D 56	560	"	850°C x 3 mn
15	Acier compa- ratif E	580	"	730°C x 8 h
	Acier compa- ratif F	600	"	850°C x 3 mn

TABLEAU II

	C	Mn	S1	P	S	O	N	T1	Al sol	Valeur de Y
Présente invention Acier A	0,007	0,28	0,01	0,015	0,032	0,003	0,0014	0,075	0,008	0,003
Présente invention Acier B	0,006	0,24	0,02	0,013	0,024	0,006	0,0022	0,126	0,002	-0,012
Présente invention Acier C	0,006	0,23	0,01	0,013	0,026	0,005	0,0019	0,083	0,003	-0,001
Acier comparatif D	0,007	0,24	0,01	0,012	0,004	0,009	0,0010	0,098	0,002	-0,011
Acier comparatif E	0,006	0,27	0,01	0,016	0,021	0,002	0,0026	0,280	0,007	-0,053
Acier comparatif F	0,062	0,26	0,02	0,012	0,033	0,039	0,0013	0,136	-	0,061

TABLEAU III

		Temps de pénétration d'hydrogène à 25°C
5	Présente invention Acier A	34 mn
	Présente invention Acier B	23
	Présente invention Acier C	25
	Acier comparatif D	4
	Acier comparatif E	8
10	Acier comparatif F	30

TABLEAU IV

		Limite élastique (kg/mm ²)	Résistance à la traction (kg/mm ²)	El(%)	r	Allongement à la limite élastique	Dureté HRB
15	Présente invention Acier A	15,9	32,6	46	1,76	0	42
	Présente invention Acier B	17,5	33,2	45	1,92	0	40
	Présente invention Acier C	16,4	31,4	46	1,95	0	41
20	Acier comparatif D	15,8	32,3	47	1,97	0	40
	Acier comparatif E	26,7	35,9	38	1,94	0	55
	Acier comparatif F	40,2	51,7	29	1,13	3,6	61

TABLEAU V

		Temperature d'enroulement (°C)	Épaisseur laminée à froid (mm)	Conditions de recuit	Reduction par laminage pendant le revenu (%)
25	Présente invention Acier A	570	0,8	350°C x 3 mn	0,5
30	Présente invention Acier B	650	"	"	"
	Présente invention Acier C	595	"	"	"
35	Présente invention Acier D	555	"	800°C x 5 mn	"
38	Présente invention Acier E	670	"	"	"

TABLEAU V (Suite)

5	Acier compa- ratif F	585	0,8	850°C x 3 mn	0,5
	Acier compa- ratif G	660	"	"	"
	Acier compa- ratif H	565	"	700°C x 12 h	"
	Acier compa- ratif I	580	"	"	"

TABLEAU VI

	C	Mn	S1	P	S	O	N	T1	A1 sol.	Valeur de Y
Présente invention	0,005	0,25	0,01	0,014	0,024	0,0025	0,0015	0,162	0,006	-0,024
Acier A	0,005	0,25	0,01	0,014	0,024	0,0025	0,0015	0,162	0,006	-0,024
Présente invention	0,006	0,28	0,02	0,015	0,030	0,0036	0,0011	0,095	0,005	-0,005
Acier B	0,006	0,28	0,02	0,015	0,030	0,0036	0,0011	0,095	0,005	-0,005
Présente invention	0,005	0,22	0,01	0,012	0,023	0,0028	0,0024	0,041	0,007	0,007
Acier C	0,005	0,22	0,01	0,012	0,023	0,0028	0,0024	0,041	0,007	0,007
Présente invention	0,005	0,30	0,03	0,011	0,036	0,0044	0,0008	0,124	0,003	-0,010
Acier D	0,005	0,30	0,03	0,011	0,036	0,0044	0,0008	0,124	0,003	-0,010
Présente invention	0,007	0,18	0,01	0,012	0,025	0,0021	0,0016	0,056	0,002	0,005
Acier E	0,007	0,18	0,01	0,012	0,025	0,0021	0,0016	0,056	0,002	0,005
Acier comparatif F	0,006	0,25	0,01	0,014	0,008	0,0018	0,0022	0,072	0,002	-0,006
Acier comparatif G	0,005	0,31	0,03	0,011	0,026	0,0047	0,0013	0,001	0,005	0,018
Acier comparatif H	0,005	0,27	0,02	0,013	0,004	0,0035	0,0017	0,098	0,006	-0,015
Acier comparatif I	0,007	0,25	0,01	0,014	0,024	0,0026	0,0015	0,085	0,007	-0,003

TABLEAU VII

		Temps de pénétration de l'hydro-gène à 25 °C (mn)
5	Présente invention Acier A	23
	Présente invention Acier B	28
	Présente invention Acier C	17
	Présente invention Acier D	32
	Présente invention Acier E	21,5
10	Acier comparatif F	6
	Acier comparatif G	2
	Acier comparatif H	4
	Acier comparatif I	9

TABLEAU VIII

	Limite élastique (kg/mm ²)	Résistance à la traction (kg/mm ²)	E1(%)	\bar{r}	Allongement à la limite élastique	Dureté HRB
15	Présente invention Acier A	21,5	33,4	45	1,96	0
20	Présente invention Acier B	15,9	30,3	47	2,09	0
	Présente invention Acier C	17,4	31,2	46	1,75	0
	Présente invention Acier D	19,2	32,6	46	1,91	0
25	Présente invention Acier E	15,3	30,4	47	1,78	0
	Acier comparatif F	16,9	32,7	46	1,88	0
	Acier comparatif G	15,1	28,3	47	1,35	6,5
	Acier comparatif H	17,8	31,9	45	1,67	0
30	Acier comparatif I	18,3	32,2	45	1,76	0

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de variantes et de modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

1 - Procédé de production d'une tôle d'acier pour l'émaillage, caractérisé en ce qu'il consiste à soutirer un acier fondu ayant une teneur en manganèse dans la gamme de 0,05 à 0,40 %, à dégazer sous vide l'acier fondu pour abaisser la teneur en carbone à 0,015 % ou moins, à ajouter du titane et du soufre dans l'acier fondu, en quantité telle que l'on assure 0,01 à 0,3 % de Ti et 0,020 à 0,040 % de S, dans une tôle d'acier laminée à froid à obtenir, et pour assurer une valeur de Y dans la gamme de -0,05 à 0,05, valeur qui est déterminée par les teneurs en C, en Ti, en S, en O et en N selon la formule suivante :

$$Y = C - \frac{1}{4} \left\{ Ti - \frac{48}{32} \cdot S - \frac{96}{48} \cdot O - \frac{48}{14} \cdot N \right\}$$

à soumettre un lingot ou une brame d'acier obtenu à partir de l'acier fondu indiqué ci-dessus au laminage à chaud, au laminage à froid et au recuit en continu.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le soufre est ajouté à l'acier fondu dans une poche de coulée et le titane est ajouté à une partie centrale (partie de noyau) de l'acier fondu dans un moule.

3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à la fois du titane et du soufre sont ajoutés à une partie centrale (partie de noyau) de l'acier fondu dans un moule.

4 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le recuit en continu est réalisé dans un intervalle de température de 650 à 950°C, de préférence de 700 à 930°C.

5 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le laminage à froid est réalisé suivant une réduction de 30 à 90 %.

6 - A titre de produits industriels nouveaux, tôles d'acier pour l'émaillage produites par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, ayant une dimension de particules de TiS comprise entre 0,1 μ et 20 μ, de préférence entre 0,5 μ et 10 μ.

FIG.1

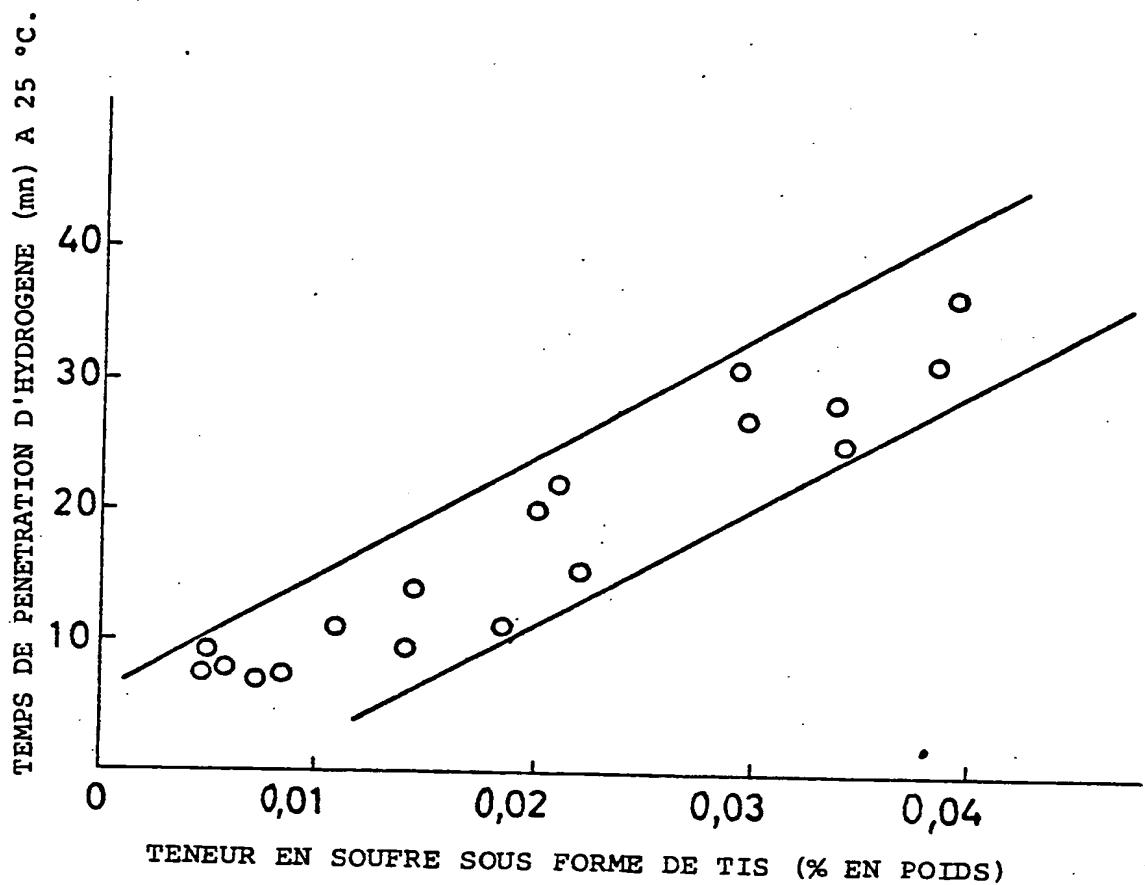
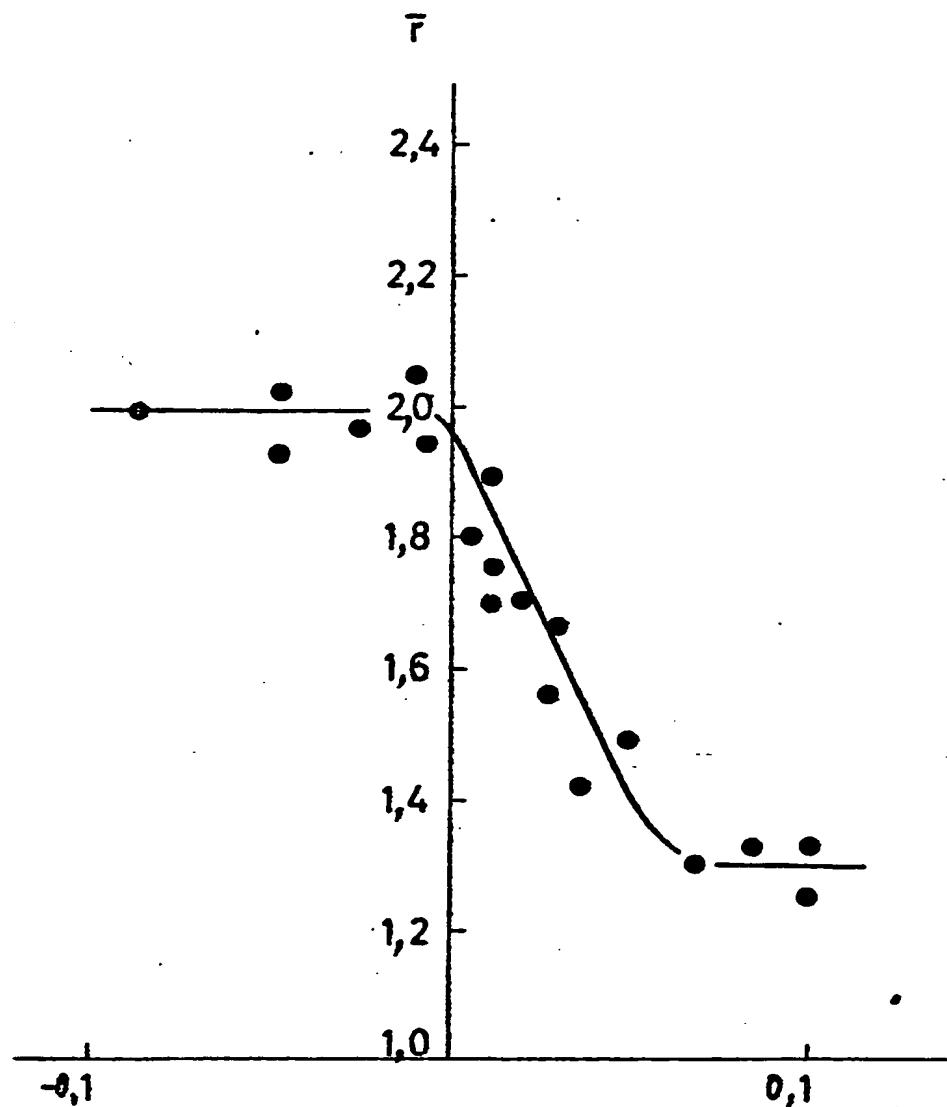


FIG. 2



$$Y = C - \frac{1}{4} \left\{ Ti - \frac{48}{32} S - \frac{96}{48} O - \frac{48}{14} N \right\}$$